

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Санкт-Петербургского государственного
экономического университета
доктор экономических наук, профессор

Е.А.Горбашко

«25» ноября 2021 г.

О Т З Ы В

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» (СПбГЭУ) на диссертационную работу Гейды Александра Сергеевича «Основы теории потенциала сложных технических систем и её приложения к принятию проектных решений», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации»

Актуальность темы диссертационного исследования

Хорошо известно, что современное состояние мировой экономики и общества характеризуется значительным ростом темпов научно-технического развития, увеличением вклада в это развитие современных технологий. Как следует из практики, при этом постоянно совершенствуются сложные объекты разных видов и деятельность с такими объектами.

В целях изучения и моделирования подобные объекты и процессы их использования перспективно описывать как целенаправленные изменения систем и деятельности с их участием. Подобный подход позволяет принимать научно обоснованные решения для повышения эффективности применения исследуемых систем.

При этом следует учитывать, что целенаправленные изменения деятельности по применению систем реализуются как реакции систем различных видов, например, технических, организационных, социотехнических, на изменяющиеся условия и на иные воздействия среды. Автор работы рассмотрел в качестве целенаправленных изменений изменения целей деятельности систем, проявляющиеся затем в изменениях требований по обмену вещественными и информационными потоками через границу системы при её использовании. К таким требованиям могут быть отнесены требования по характеристикам поставок продуктов, услуг, информации и средств. Кроме того, необходимо учесть изменения условий не только по числу и характеристикам указанных потоков, но и по времени предъявления требований. К иным изменяющимся условиям, требующим учета, следует отнести изменения действий среды на элементы системы, изменения особенностей отношений между средой и элементами системы, ведущие, например, к дефектам, отказам, переносам сроков выполнения действий.

На основе изучения практики деятельности компаний в изменяющихся условиях автором выполнен анализ несоответствий требуемых результатов функционирования

наблюдаемым результатам. Такое изучение выполнено на примере компаний оборонно-промышленного комплекса (ОПК). Результаты изучения позволили прийти к выводу о том, что при использовании современных организаций ОПК существует необходимость научно аргументированного анализа возможных целенаправленных изменений при использовании сложных систем, входящих в состав ОПК. Автор работы сделал вывод, что для такого анализа необходимо оценить комплекс принципиальных для практики свойств результатов деятельности систем в условиях изменений. Затем следует выполнить изучение систем по показателям их свойств в условиях изменений. Подобное оценивание и изучение предложено осуществлять на базе операционных свойств систем, характеризующих принципиальные для практики особенности деятельности и её результаты в изменяющихся условиях. Характеристики этих свойств предлагается рассчитывать с использованием описанных в работе концепции, математических моделей и методов.

Далее автор диссертационной работы показал, что подобное исследование позволяет научно обоснованно оценивать характеристики систем, которые функционируют в условиях изменений, оценить характеристики получаемых результатов с учётом вероятных изменений, а также оценить соответствие характеристик вероятных результатов меняющимся требованиям. На базе результатов такого исследования, на основе математических моделей и с использованием соответствующих математических методов решения задач предложено принимать научно аргументированные решения о выборе наилучших (в рамках имеющихся ограничений) характеристик систем и их использования.

Автор на базе изучения существующих исследовательских работ сделал аргументированный вывод о том, что концептуальные модели формирования свойств использования систем в изменяющихся условиях, которые позволяли бы на их базе предложить модели, методы и методики оценивания, изучения характеристик свойств целенаправленно изменяемой деятельности в системах различных видов с учётом возможностей изменений условий, развиты ещё недостаточно. Как результат, недостаточно развиты и модели, методы моделирования и методы принятия решений о совершенствовании систем по показателям, которые характеризуют свойства систем и деятельности с ними в изменяющихся условиях.

По результатам изучения теоретических разработок и их применения на практике сделан вывод о несоответствии между требованиями практики по решению задач анализа систем, которые функционируют в условиях изменений, задачами принятия решений о характеристиках таких систем и существующими в настоящее время научными подходами к такому анализу и принятию решений.

Разрешение этого несоответствия путём разработки концепции, математических моделей, методов и методик решения комплекса задач оценивания, анализа целенаправленно изменяемого использования систем различных видов и, на этой основе, дальнейшая разработка методов принятия решений о характеристиках совершенствования систем, используемых в изменяющихся условиях, представляется перспективным и востребованным.

Разработанные научные положения в их взаимосвязанной совокупности составляют теорию потенциала сложных технических систем и позволяют решать комплекс задач. Этот комплекс задач формализован автором как задачи анализа, оценивания свойств целенаправленно изменяемых систем, результатов их применения в изменяющихся условиях, а также задач принятия решений о характеристиках систем по показателям потенциала систем.

Потенциал системы определён автором диссертации как комплексное операционное свойство, которое описывает приспособленность сложной технической системы к достижению изменяющейся цели. Среди свойств, названных автором работы операционными, присутствует, как давно используемое свойство эффективности функционирования системы, так и введённое новое свойство – потенциал системы.

Потенциал системы зависит от особенностей, характеристик, эффектов (основных результатов использования) «целевого» и «переходного» функционирований при использовании сложной технической системы, а также от особенностей, характеристик выполняемых информационных действий по проверке состояний системы и среды, от последующей выработки предписаний о выполнении действий по использованию системы и по их доведению исполнителям.

Введённое автором новое свойство системы, её потенциал, сопоставлен в отношениях с другими свойствами системы и с её качеством, как та сторона качества системы, которая описывает приспособленность системы к получению практических результатов её использования в изменяющихся условиях.

Улучшение этого свойства должно позволить решить часть существующих и ряд вероятных будущих несоответствий, вызываемых регулярными изменениями условий использования современных технических, организационно-технических и социотехнических систем.

Предложенные в работе концепция, математические модели, методы и методики анализа потенциала систем должны позволить усовершенствовать использование систем в изменяющихся условиях, сделать лучше характеристики их жизненного цикла, обеспечить наилучшее соответствие результатов использования систем требованиям к этим результатам в изменяющихся условиях.

В результате можно сделать вывод, что тема диссертационной работы Гейды А.С. посвящена решению актуальной научной проблемы создания концепции, моделей, методов и методик, с помощью которых возможно корректно формулировать и решать задачи оценивания, анализа потенциала сложных технических систем (СТС), а затем решать задачи обоснования характеристик СТС, обладающих требуемым потенциалом.

Научная новизна и основные результаты диссертационных исследований

Научная новизна и основные результаты исследований состоят в следующем:

1. Предложена концепция оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования проектных решений с использованием показателей потенциала СТС, отличающаяся:
 - развитием понятийного аппарата теории эффективности и теории систем для учёта возможных изменений цели функционирования СТС из-за изменений среды;
 - введением нового свойства СТС – её потенциала, необходимого для учета возможных изменений цели функционирования СТС из-за изменений среды;
 - установлением и исследованием связей введённого свойства СТС с уже известными и изученными свойствами СТС.

Предложенная концепция обладает универсальностью и позволяет разрабатывать модели, предназначенные для исследования потенциала систем, применяя различные методы моделирования, и разрабатывать методы исследования потенциала систем, использующие разработанные модели.

2. Предложен новый метод разработки концепции и, на её основе, предложен метод решения задач совершенствования систем, функционирование которых изменяется в результате воздействий среды, отличающиеся развитием логико-лингвистической концепции Г. Фреге на основе введения схем понятий и связываемых с их помощью в комплекс графов экспликации: концептов; схем понятий; теоретико-множественных форм понятий.

Метод позволяет переходить от концептуального описания и предложенных автором схем понятий к теоретико-графовым и функциональным моделям для последующей формализации и решения задач исследования потенциала как математических задач оценивания, анализа и принятия решений.

3. Разработан новый комплекс моделей функционирования СТС при принятии проектных решений в изменяющихся условиях, моделей среды СТС и их отношений, позволяющий описание возможных последовательностей альтернативных сетей операций функционирования СТС в зависимости от состояний среды, СТС и их связей.

Указанный комплекс моделей позволяет связать в единую модель альтернативы функционирования в различных условиях и строить аналитические модели функционирования систем в условиях изменений. Он расширяем для учета разнообразных видов воздействий среды, массовости событий при функционировании систем в изменяющихся условиях.

4. Предложены новые методы расчёта показателей операционных свойств систем в изменяющихся условиях (в том числе показателей потенциала систем), методы решения задач оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования проектных решений на основе показателей потенциала СТС, отличающиеся использованием новых моделей семейств помеченных альтернативных стохастических сетей и учётом их особенностей.

Указанные методы позволяют решать задачи выбора как математические задачи, уменьшить число вычислительных операций при решении задач выбора на современной вычислительной технике.

5. Разработаны основы новых информационных технологий и методики решения ряда актуальных прикладных задач, обеспечивающие учёт особенностей функционирования СТС в изменяющихся условиях при принятии проектных решений.

Разработанные информационные технологии предоставляют возможность реализовать распределенные вычисления в сети «Интернет» на разнородных вычислительных устройствах, позволяют активно и интерактивно взаимодействовать с пользователями за счет использования стандартизированных web-интерфейсов и свободно распространяемого программного обеспечения.

Практическая ценность результатов исследований

Практическая ценность работы определяется возможностями использования разработанных концепции, моделей, методов и методик исследования потенциала СТС для решения разного рода задач исследования систем, использование которых целенаправленно меняется в результате изменяющихся воздействий среды.

Полученные на практике результаты использования концепции, моделей, методов и методик исследования потенциала СТС позволили, в частности, улучшить экономические эффекты модернизации производственной базы, снизить затраты ресурсов, повысить

обоснованность принимаемых проектных решений, о чём свидетельствуют акты о реализации результатов диссертации и описанные в них результаты.

Достоверность и обоснованность основных результатов исследований

Достоверность основных результатов, полученных диссертантом, обеспечивается всесторонним анализом состояния исследований в предметной области, согласованностью теоретических выводов с результатами экспериментальной проверки полученных результатов исследований. Кроме того, полученные основные теоретические положения диссертации апробированы автором более чем в 100 печатных трудах, а также более чем на 30 российских и международных конференциях.

Теоретическая значимость диссертационного исследования

Теоретическая значимость работы состоит в том, что в ней: разработаны основы концепции оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования проектных решений, обеспечивающих требуемый потенциал СТС; обоснован метод разработки концепции и методы решения задач совершенствования СТС, функционирование которых изменяется в результате воздействий среды; предложены модели, позволяющие оценить, выполнить анализ потенциала СТС и обосновать проектные решения, обеспечивающие лучшие значения показателей потенциала СТС; описаны методы оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования проектных решений с использованием показателей потенциала СТС; рассмотрены методики и технологии решения прикладных задач оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования проектных решений с использованием показателей потенциала СТС.

Практическая значимость диссертационного исследования

Практическая значимость результатов определяется тем, что они экспериментально проверены, под руководством и с участием автора, при реализации более чем 30 НИР и ОКР в интересах предприятий и организаций различных отраслей. Полученные результаты согласуются с теоретическими выводами и практикой функционирования предприятий.

Представляется также важным, что работы по направлению исследований оценены положительно и поддержаны грантами РФФИ: 16-08-00953– «Концептуальные и методологические основы теории потенциала сложных технических систем»; 20-08-00649 – «Модели и методы исследования эффективности использования цифровых технологий при функционировании технологических систем» (руководитель); 19-08-00989 – «Разработка и исследование научных основ теории многокритериального оценивания, анализа и управления качеством моделей и полимодельных комплексов, описывающих сложные технические объекты»; 15-08-01825 – «Концептуальные и методологические основы управления техническим состоянием критически важных объектов на основе их мониторинга»; 13-08-00573 – «Модели и методы оценивания инновационных проектов при создании сложных технических систем» (участник научного коллектива).

**Общая оценка значимости полученных в диссертации результатов,
полнота опубликованных результатов и соответствие паспорту
специальности**

Диссертационная работа представляет собой научно-квалификационную работу, в которой средствами разработанной автором в основах теории потенциала СТС решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение, то есть устранено существовавшее несоответствие между имевшимися теоретическими средствами улучшения качества СТС в изменяющихся условиях среды, что может быть достигнуто благодаря улучшению такого свойства СТС, которое названо «потенциал СТС», и теми теоретическими средствами, необходимыми для корректной постановки и решения задач оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования характеристик СТС, обладающих требуемым потенциалом, в приложении к принятию проектных решений.

В работе использованы методология системного анализа, методы исследования операций, теории графов, гиперграфов и метаграфов, теории вероятностей, теории случайных процессов, теории нечётких чисел, теории множеств и ступеней множеств, а также методы дискретной оптимизации, случайного поиска, методы теории графов.

Решение научных задач и обобщение полученных научных результатов определило следующие теоретические положения, выносимые на защиту:

1. Концепция оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования проектных решений с использованием показателей потенциала.

2. Методы создания концептуальной модели функционирования СТС и её среды и методы решения задач создания, использования, совершенствования СТС, функционирование которых изменяется в результате воздействий среды.

3. Модели задач оценивания, анализа потенциала СТС и задач обоснования проектных решений.

4. Методы оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования проектных решений с использованием показателей потенциала СТС.

5. Основы информационных технологий и методики принятия проектных решений с использованием теории потенциала СТС.

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию и дает достаточно полное представление об основных научных результатах диссертационного исследования.

Основные положения диссертации опубликованы более чем в 180 работах, включая 47 публикаций, индексируемых РИНЦ, более чем 20 публикаций в рецензируемых научных изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (из них – 11 индексируемых SCOPUS, 3 – Web of Science). По результатам исследования изданы 3 коллективных монографии.

Полученные результаты соответствуют паспорту специальности 2.3.1– «Системный анализ, управление и обработка информации».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы А.С. Гейды успешно использованы в ряде предприятий и организаций, в том числе внедрены в деятельность ряда предприятий, организаций и подразделений ФГУП ЦНИИМаш, ФГУП «НПО Техномаш», ГУГИ РФ, ГК «Роскосмос», АО «Российские космические системы», ФИЦ ХФ РАН, в ассоциации содействия развитию аналитического потенциала личности, общества и государства «Аналитика», в учебном процессе СЗИУ РАНХиГС.

Проект, в котором автор является научным консультантом, поддержан как резидент фонда развития центра разработки и коммерциализации новых технологий «Сколково» в 2020 г. Следует рекомендовать полученные результаты, после реализации необходимых процедур тестирования, верификации, опытной эксплуатации к применению для создания новых методик решения практических задач.

Рекомендуется использовать полученные результаты в деятельности Счётной палаты РФ, Министерства промышленности и торговли РФ, в Аналитическом центре при Правительстве РФ.

Разработанные автором концептуальные и формальные модели целенаправленно изменяемого функционирования систем применимы при решении задач планирования проектной деятельности в условиях изменений разных видов.

Модели и методы, предложенные в диссертации, целесообразно развивать для исследования результатов использования информационных технологий на практике, исследования их соответствия изменяющимся требованиям, исследования соответствия этих результатов требованиям. На этой основе далее целесообразно решать задачи выбора характеристик используемых информационных технологий, обеспечивающих требуемые или наилучшие значения показателей потенциала систем. В результате решения таких задач возможен выбор характеристик информационных технологий, обеспечивающих наилучшее качество результатов использования тех или иных информационных технологий путем научно обоснованного прогнозирования получаемых результатов использования информационных технологий и их соответствия изменяющимся требованиям к результатам функционированию систем разного вида на практике.

Перспективы дальнейшей разработки темы включают использование полученных результатов для исследования цифровизации экономики, развития информационного общества, стратегического планирования, в том числе государственных целевых программ развития, планирования устойчивого развития.

На основе полученных результатов в дальнейшем необходимо развивать теорию потенциала систем, исследовав: вычислительные аспекты теории потенциала (в том числе точность, вычислительную сложность), методы эффективных вычислений при исследовании потенциала; модели, методы и методики решения частных задач теории потенциала; модели, методы и методики исследования результативности использования информационных технологий на основе теории потенциала; модели, методы и методики исследования цифровизации по отраслям деятельности на основе теории потенциала; модели, методы и методики исследования операционных свойств совершенствуемых систем; модели, методы и методики планирования проектов и бизнес-процессов в изменяющихся условиях; средства Process Mining для получения моделей функционирования по имеющимся данным, предиктивного и прескриптивного моделирования функционирования в изменяющихся условиях; средства Intentional Process

Modelling для описания функционирования в изменяющихся условиях; средства основанной на знаниях поддержки моделирования и основанного на знаниях исследования потенциала систем; средства машинного обучения моделей, используемых для исследования потенциала; информационные технологии исследования потенциала.

Замечания

1. В работе не использован концептуальный, методологический аппарат и модели теории массового обслуживания, что вызывает вопросы по поводу возможности корректной оценки вероятностно-временных характеристик процессов реализации проектных решений в части оценки возможных задержек и вероятностных гарантий своевременности анализируемых процессов.

2. Не раскрыт в полной мере перечень ожидаемых возмущающих воздействий внешней среды применительно к реальным предприятиям и, в частности, ОПК, а содержание проектов ответа на возмущающие воздействия не дифференцировано по массовому, серийному и индивидуальному типам производства таких предприятий.

3. Материалы работы не позволяют сделать вывод о прогнозируемых результатах возможного использования полученных автором теоретических результатов в практику функционирования больших предприятий, так как приведенные примеры имеют иллюстративный характер, а примеры решения полноразмерных практических задач на больших предприятиях, в том числе предприятиях ОПК, отсутствуют.

4. Математический аппарат анализа вероятностно-временных характеристик процесса производства не учитывает вид законов распределения случайных величин, таких как, например, времена нахождения на отдельных этапах описываемых процессов, поэтому вызывает сомнение обоснованность выбора методов реализации операций со случайными величинами.

5. В расчётном примере в качестве критериев рассматриваются время реализации процессов производства и связанные с их реализацией затраты. Но этого мало, так как главным, все-таки, является работоспособность изделий, их способность выполнять весь комплекс возложенных на них задач с заданным качеством.

6. В расчётном примере не использован аппарат теории надежности, что вызывает вопросы о том, как могут выглядеть оценки анализируемых систем по показателям готовности, безотказности, отказоустойчивости и связанных с этим рисков в практике функционирования реальных больших предприятий. Такая оценка надежности необходима в практике исследования любых систем ответственного назначения.

7. В работе не приведены характеристики точности получаемых оценок показателей потенциала систем, а также характеристики предложенных алгоритмов, что дополнительно затрудняет обоснования области их эффективного применения.

8. Не определены такие понятия как «успешность», «конкурентоспособность», «устойчивость», их связи с «потенциалом системы» и их соотношение с общепринятым в системном анализе понятием – «эффективность».

9. Утверждение о соответствии полученных результатов паспорту специальности «Системный анализ, управление и обработка информации» не поддерживается указанием на пункты паспорта специальности, которым соответствуют результаты.

Описанные недостатки не ведут к снижению оценки научного уровня представленного исследования, не опровергают и не ставят под сомнение достоверности и значимости основных научных результатов, полученных автором диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Гейды А.С. на тему «Основы теории потенциала сложных технических систем и её приложения к принятию проектных решений» является самостоятельно выполненным, завершённым научно-квалификационным трудом, содержащим решение актуальной научной проблемы разработки комплекса взаимосвязанных концептуальных и методологических средств (основ теории потенциала СТС), с помощью которых могут быть корректно сформулированы и решены задачи оценивания, анализа потенциала СТС и обоснования характеристик СТС, обладающих требуемым потенциалом.

Работа удовлетворяет требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакции Постановления Правительства Российской Федерации №1539 от 11.09.2021)», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Гейда Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации» согласно приказу Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118.

Диссертационная работа и отзыв обсуждены и одобрены на расширенном научном семинаре кафедры информационных систем и технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», протокол № 4 от 24 ноября 2021 г.

Заведующий кафедрой информационных систем и технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

кандидат технических наук, доцент

Коршунов Игорь Львович

25.11.2021 г.

Сведения о составителе отзыва:

Колбанев Михаил Олегович

доктор технических наук, профессор

профессор кафедры информационных систем и технологий

Адрес: 191023, Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д.30-32, литер А, пом. 1049

Телефон: (812) 458-97-30 доп. 33-14

e-mail: dept.ait@unecon.ru

Колбанев Михаил Олегович

25.11.2021 г.